

Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah

Dicky Dunggio
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
dunggiod@gmail.com

Bambang Panji Asmara
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
Bambang@ung.ac.id

Syahrir Abdussamad
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
syahrirabdussamad@ung.ac.id

Diterima : Februari 2021
Disetujui : Mei 2021
Dipublikasi : Juli 2021

Abstrak - Kebutuhan layanan seperti internet, telepon, dan siaran TV saat ini berkembang setiap tahunnya. Perkembangan jenis layanan ini disebut *triple play*. *Fiber to the Home (FTTH)* merupakan sarana komunikasi jaringan fiber optik yang mampu memberikan layanan *triple play* dengan akses langsung sampai ke pengguna perumahan, yang menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) sebagai konfigurasi perangkat maupun arsitektur jaringannya. Penelitian ini bertujuan merancang jaringan distribusi berbasis FTTH di perumahan Griya Dulomo Indah, dengan mengukur parameter-parameter standar kelayakan jaringan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dengan melakukan perancangan desain jaringan diperumahan Griya Dulomo Indah menggunakan aplikasi *SAS Planet*. Kemudian perhitungan standar kelayakan jaringan secara manual dan menggunakan aplikasi yang akan di bangun dalam penelitian ini. Hasil perhitungan standar kelayakan jaringan yang dilakukan secara manual maupun menggunakan aplikasi, untuk *link power budget* didapatkan nilai redaman terjauh sebesar 21,58605 dB, dan *rise time budget* didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,263396244 (0,27 ns). Nilai dari hasil kedua perhitungan tersebut telah memenuhi standar kelayakan sebuah jaringan distribusi yang telah ditentukan oleh PT.Telkom.

Kata Kunci – FTTH; GPON; SAS Planet

Abstract - The need for services such as internet, telephone, and TV broadcasting is currently growing every year. The development of this type of service is called *triple play*. *Fiber to the Home (FTTH)* is a fiber optic network communication facility capable of providing *triple play* services with direct access to home users, using GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) technology as a device configuration and network architecture. This study aims to design a FTTH-based distribution network in Griya Dulomo Indah housing, by measuring the standard parameters of network feasibility. The research method used was experimental, by designing a home network design at Griya Dulomo Indah using the SAS Planet application. Then calculate the network feasibility standard manually and use the application that will be built in this study. The results of the calculation of network feasibility standards are done manually or using applications, for link power

budget the farthest attenuation value is 21.58605 dB, and the rise time budget is the highest value of 0.263396244 (0.27 ns). The value of the results of the two calculations has met the feasibility standard of a distribution network that has been determined by PT.Telkom.
Keywords – FTTH; GPON; SAS Planet

I. PENDAHULUAN

Griya Dulomo Indah merupakan perumahan yang berada di Kelurahan Dulomo Utara Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo, yang memiliki satu gerbang masuk perumahan, sejumlah rumah dengan berbagi type, infrastruktur jalan, jalur distribusi listrik, dan jalur distribusi jaringan fiber optik yang belum sepenuhnya ada pada setiap jalur akses perumahan. Saat ini perumahan Griya Dulomo Indah sedang ada perluasan kawasan dengan menambah jumlah rumah dan akan membangun satu lagi gerbang masuk perumahan dengan akses jalan yang sementara di perluas. Perumahan sendiri membutuhkan teknologi yang dapat menunjang layanan *triple play* untuk mendukung fasilitas setiap penghuninya.

Berdasarkan prosedur pembangunan jaringan baru pada wilayah yang belum ada jalur distribusinya, teknisi PT.Telkom Gorontalo akan turun lapangan untuk survey lokasi ketika ada permintaan pemasangan jaringan FTTH dari beberapa pelanggan. Beberapa pelanggan tersebut harus memenuhi persyaratan jumlah minimal pelanggan yang ditentukan, baru kemudian akan di bangun jalur distribusinya. Tetapi untuk kawasan perumahan, pembangunan jalur distribusi jaringan fiber optik seharusnya dibangun sejalan dengan perluasan perumahan.

Penelitian ini bertujuan merancang jaringan distribusi FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Griya Dulomo Indah, dengan membuat sebuah desain rancangan menggunakan aplikasi *SAS Planet*. Kemudian menghitung secara manual parameter-parameter standar kelayakan jaringan akses fiber optik, dengan mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia. Kemudian

membuat sebuah aplikasi sederhana berbasis website untuk menghitung standar kelayakan tersebut.

Berkaitan dengan penelitian ini, dengan didukung oleh penelitian sebelumnya yang telah dilaksanakan [4], perancangan jaringan FTTH menggunakan *Google Earth* dan *AutoCAD*, dengan hasil perhitungan *link budget* sebesar 20,70 dB, dimana nilai tersebut masih sesuai standar ITU-T G.984. Pada penelitian [8] juga menggunakan *Google Earth* dan *AutoCAD* yang di kembangkan dari data GPS, dengan hasil nilai *link power budget* -18,283 dbm pada jarak terjauh, dan nilai *rise time budget* <70% dengan nilai (0,363)nm. Kemudian penelitian [6] yang menggunakan passive splitter tipe dinding 1:8, dengan daya yang diterima setiap fakultas rata-rata -23,17 dB, sehingga desain jaringan FTTH sesuai dengan standar yang telah ditentukan, yaitu di atas -28 dB.

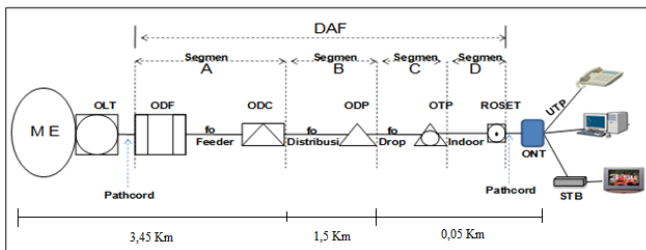
Inovasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah perancangan menggunakan aplikasi *SAS Planet*, dan menggunakan konfigurasi *two stage* pada lokasi yang saat ini sementara perluasan kawasan. Kemudian perhitungan standar kelayakan jaringan selain secara manual, pada penelitian ini akan dibuat aplikasi berbasis web untuk menghitung standar kelayakan tersebut.

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental [2][3], dengan melakukan perancangan desain jaringan diperumahan Griya Dulomo Indah menggunakan aplikasi *SAS Planet*

A. Fiber To The Home (FTTH)

FTTH adalah format penghantaran isyarat optik yang di kirim ke pengguna rumahan dari pusat penyedia atau provider. [1] [8][9][10]. Pada gambar 1 berikut ini adalah arsitektur dari FTTH serta perangkat yang digunakan :



Gambar 1. Arsitektur Jaringan FTTH

- *Optical Line Termination (OLT)* : perangkat aktif yang memiliki fungsi sebagai titik hubung dengan provider.
- *Optical Distribution Frame (ODF)* : peralihan distribusi kabel outdoor dengan kabel indoor menuju ke ODC.
- *Optical Distribution Cabinet (ODC)* : perangkat pasif yang berfungsi sebagai titik sambung kabel *feeder*.
- *Passive Splitter* : pembagi informasi sinyal optik.
- *Optical Distribution Point (ODP)* : tempat titik terminasi kabel *drop* optik ke arah pelanggan.
- *Optical Network Terminal (ONT)* : perangkat aktif yang berada di akhir jaringan, yang terletak di pelanggan.
- Kabel *feeder* : penghubung ODF ke ODC.
- Kabel *Distribusi* : penghubung ODC ke ODP.
- Kabel *drop* : penghubung ODP ke ONT.

B. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah teknologi pengembangan dari PON (*Passive Optical Network*) dimana informasi yang didistribusikan dari *central* ke pelanggan menggunakan perangkat *splitter*. Salah satu keunggulan sistem GPON adalah mendukung layanan *triple play* pada jaringan FTTH melalui satu *core* fiber optik, dan memiliki laju bit 1.244 Gbit/s jalur *upstream* dan 2.44 Gbit/s jalur *downstream*. [4][5][7].

C. Link Power Budget

Tujuan perhitungan *link power budget* untuk memastikan daya yang cukup akan sampai ke penerima berdasarkan setiap perangkat, dengan menggunakan rumus (1) dan (2) :

$$\alpha_T = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (1)$$

$$P_r = P_t - \alpha_T \quad (2)$$

Dimana,

- α_T = Total loss (dB)
- α_{serat} = Redaman serat optik (dB/Km)
- α_c = Redaman konektor (dB/buah)
- α_s = Redaman sambungan (dB)
- S_p = Redaman *splitter* (dB)
- L = Panjang serat optik (Kilometer)
- N_c = Jumlah konektor
- N_s = Jumlah sambungan
- P_r = *Power Receive* (dBm)
- P_t = *Power Transmit* (dBm)

TABLE 1. NILAI STANDAR REDAMAN

No.	Redaman	Nilai
1	Redaman Serat Optik	0,35 & 0,28 dB/Km
2	Redaman Konektor	0,25 dB
3	Redaman Sambungan	0,10 dB
4	Redaman <i>Splitter</i> 1:2	3,70 dB
5	Redaman <i>Splitter</i> 1:4	7,25 dB
6	Redaman <i>Splitter</i> 1:8	10,38 dB
7	Redaman <i>Splitter</i> 1:16	14,10 dB
8	Daya transmit sinyal optik (P_r)	5 dBm

D. Rise Time Budget

Tujuan perhitungan *rise time budget* untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik pada *bit rate* yang diinginkan, dengan menggunakan rumus (3), (4), (5) :

$$t_f = D \cdot \sigma_\lambda \cdot L \quad (3)$$

$$t_r = \sqrt{t_{Lx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \quad (4)$$

$$t_{\text{sis}} < \frac{0,7}{BR} \quad (5)$$

Dimana,

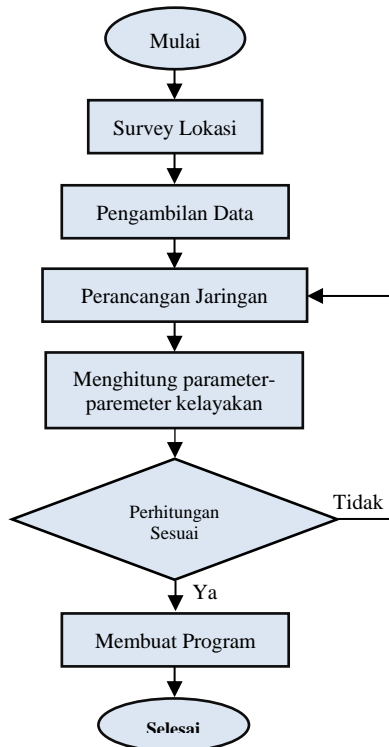
- t_{Lx} = *Rise Time* sumber optik (ns)
- BR = *Bit Rate*
- t_f = *Rise Time* Optik (ns)
- D = *Koefisien disperse* (ns/nm.km)
- L = Jarak (km)
- σ_λ = Lebar spektral (nm)
- t_{sis} = *Rise Time* Sistem (ns)
- t_{rx} = *Rise Time detector* optik (ns)

TABLE 2. NILAI STANDAR PARAMETER

Parameter	Nilai
Sumber optik	0,15 ns
Lebar <i>spectral</i>	1 nm
Koefisien dispersi	0,01364 ns/nm.Km
Detector optik	0,2 ns

E. Jalan Penelitian

Jalan penelitian ini di buat dalam bentuk *flowchart*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

Survey lokasi yang akan di rancang jaringan FTTH, untuk menentukan medan jalur yang berpotensi dibangun jaringan akses fiber optik. Melakukan pengambilan data, berupa peta lokasi yang akan di rancang jaringan FTTH. Merancang desain arsitektur jaringan dengan mengukur jarak dan menentukan lokasi penempatan perangkat menggunakan aplikasi *SAS Planet*. Menghitung parameter-parameter standar kelayakan jaringan *link power budget* dan *rise time budget*, cakupan perangkat dari *central office* ke seluruh pelanggan. Membuat aplikasi berbasis web perhitungan standar kelayakan jaringan FTTH [5].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Jaringan FTTH

Perancangan jaringan distribusi FTTH di perumahan Griya Dulomo Indah mengikuti spesifikasi perangkat jaringan telekomunikasi fiber optik PT.Telkom.

- Serat Optik : jenis serat optik *single mode*
- OLT : menyesuaikan dengan jarak dan banyaknya redaman dapat terjadi di sepanjang *link*
- Kabel *Feeder* : kabel duct dengan serat optik type G.652D dan memiliki kapasitas 12-264 core

- ODC : menyesuaikan dengan kebutuhan *demand*
 - Kabel Distribusi : type kabel G.652D dengan kapasitas core optik yang digunakan sebanyak 12 core
 - ODP : Jenis ODP *Closure* (Jalur Udara)
 - Kabel *Drop* : jenis kabel STEL K-033-2010 dengan serat optik type G.657A *single mode*
 - Konektor : jenis *Subscriber Connector* (SC) UPC
 - ONT : menyesuaikan stock di Gudang Telkom Akses Gorontalo. Jumlah ONT sebanyak 368 unit(rumah)
 - *Passive Splitter* : menggunakan konfigurasi *two stage splitter* 1:2 untuk ODC dan 1:16 untuk ODP
 - Tiang : mengacu pada standar TELKOM R&D Center.
- Berikut langkah-langkah untuk mendesain arsitektur jaringan FTTH di perumahan Griya Dulomo Indah, menggunakan aplikasi *SAS Planet* :

- Membuat Batas Perumahan

Menggunakan *polygon* dengan cara menandai seluruh point-point tiap sudut batas perumahan. Mengatur *opacity* (tingkat transparansi) sebesar 50%, sehingga gambar masih dapat terlihat, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Batas Perumahan Griya Dulomo Indah

- Ploting Rumah

Tujuannya dapat di lihat pada gambar 4, yaitu untuk memperjelas rumah-rumah dan akses jalan yang berada didalam perumahan.



Gambar 4. Hasil Plotting Rumah

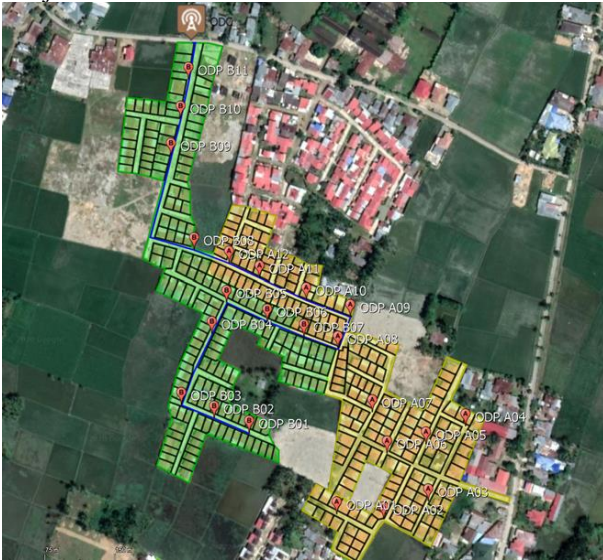
- Menentukan Letak ODC

Di letakan di depan gerbang masuk baru, dititik koordinat N:0.576312, E:123.077594, seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Lokasi ODC

- Menentukan Moda Penggelaran dan Jalur Distribusi
Mengacu pada spesifikasi *passive splitter*, yang memiliki 2 jalur distribusi dengan 1 ODP untuk 16 ONT. Untuk membedakan tiap jalur distribusi, dibuat batasan dengan 2 warna yang berbeda dan menamakan jalur distribusi A dan jalur distribusi B seperti pada gambar 6. Penentuan jumlah ODP berdasarkan total keseluruhan rumah dibagi 2 lalu dibagi 16. Sehingga jalur distribusi A memiliki 12 ODP, dan jalur distribusi B memiliki 11 ODP.



Gambar 6. Jalur Distribusi A dan B

- Alokasi Letak ODP dan ONT
Perancangan ini menggunakan ODP 1:16, dengan letak ODP dapat dilihat pada gambar 7, yang menyesuaikan pertengahan dari letak 16 rumah. ONT diletakkan dalam ruangan yang berdekatan dengan catuan listrik.



Gambar 7. Radius jangkauan kabel ODP-ONT

- Pengukuran Jarak Antara Perangkat ke Perangkat
Dengan menggunakan aplikasi *SAS Planet* didapatkan hasil jarak OLT ke perangkat ODC, yaitu ± 4,5 KM. Jarak antara ODC ke masing-masing ODP untuk setiap jalur distribusi dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

TABLE III. JARAK ODC KE ODP DISTRIBUSI A

No.	Nama ODP	Jarak (Meter)
1	ODP A01	1540
2	ODP A02	994,2
3	ODP A03	919,2

No.	Nama ODP	Jarak (Meter)
4	ODP A04	799,7
5	ODP A05	764
6	ODP A06	699
7	ODP A07	557,1
8	ODP A08	476,6
9	ODP A09	438
10	ODP A10	390
11	ODP A11	340
12	ODP A12	300

TABLE 4. JARAK ODC KE ODP DISTRIBUSI B

No.	Nama ODP	Jarak (Meter)
1	ODP B01	808,1
2	ODP B02	768,1
3	ODP B03	728
4	ODP B04	647,6
5	ODP B05	607,5
6	ODP B06	557,6
7	ODP B07	516,2
8	ODP B08	260
9	ODP B09	160,2
10	ODP B10	120
11	ODP B11	40

B. Perhitungan *Link Power Budget*

Link Power Budget diukur pada jalur *uplink* dengan redaman 0,35 dB/Km dan *downlink* 0,28 dB/Km pada ONT terjauh. Perhitungan menggunakan rumus (1), dan mengacu pada tabel I.

- Pada jalur *Uplink*

$$\alpha_{OLT-ODC} = (4,5 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 0 = 2,275 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODC-ODP} = (1,54 \times 0,35) + (1 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (3,70) = 4,689 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODP-ONT} = (0,063 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (0 \times 0,1) + (14,10) = 14,62205 \text{ dB}$$

$$\alpha_T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODP-ONT} = 2,275 + 4,689 + 14,62205 = 21,58605 \text{ dB}$$

$$Pr = 5 - 21,58605 = -16,58605 \text{ dBm}$$

- Pada Jalur *Downlink*

$$\alpha_{OLT-ODC} = (4,5 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 0 = 1,96 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODC-ODP} = (1,54 \times 0,28) + (1 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (3,70) = 4,5812 \text{ dB}$$

$$\alpha_{ODP-ONT} = (0,063 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (0 \times 0,1) + (14,10) = 14,61764 \text{ dB}$$

$$\alpha_T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODP-ONT} = 1,96 + 4,5812 + 14,61764 = 21,158964 \text{ dB}$$

$$Pr = 5 - 21,158964 = -16,158964 \text{ dBm}$$

C. Perhitungan *Rise Time Budget*

Perhitungan *rise time budget* digunakan rumus (3) dan (4), dengan mengacu pada tabel II. Kemudian analisa kelayakan *rise time budget* dengan menggunakan (5).

$$t_f = (0,01364 \text{ ns/nm.km}) \times (1 \text{ nm}) \times (6,103 \text{ km}) = 0,08324492 \text{ ns}$$

$$tr = \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,08324492^2}$$

$$= 0,26349518662778 \text{ ns} = 0,27 \text{ ns}$$

Pada teknologi GPON nilai *bit rate* pada jalur *upstream* sebesar 1,25 Gbps, untuk jalur *downstream* memiliki nilai *bit rate* sebesar 2,4 Gps. Berikut perhitungannya :

$$\text{Jalur Upstream} \Rightarrow t_{\text{sis}} = \frac{0,7}{BR} = \frac{0,7}{1,25 \times 10^9} = 0,56 \text{ ns}$$

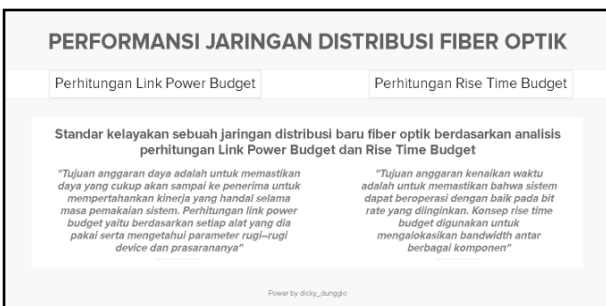
$$\text{Jalur Downstream} \Rightarrow t_{\text{sis}} = \frac{0,7}{BR} = \frac{0,7}{2,4 \times 10^9} = 0,29 \text{ ns}$$

Sehingga *rise time budget* pada penelitian ini memenuhi standar kelayakan, yaitu $0,27 \text{ ns} < 0,56 \text{ ns}$ untuk *upstream*, dan $0,27 \text{ ns} < 0,29 \text{ ns}$ untuk *downstream*.

D. Aplikasi Perhitungan Performansi Jaringan

- Pembuatan Aplikasi

Menggunakan bahasa PHP untuk membuat halaman sistem perhitungan, dan *MySQL* digunakan sebagai *database*. Pada gambar 8 berikut adalah hasil rancangan aplikasi perhitungan.



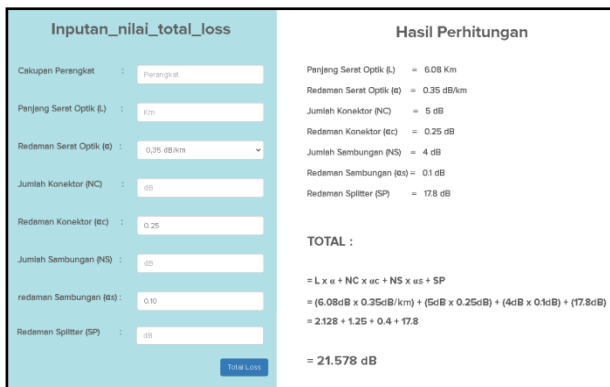
Gambar 8. Tampilan aplikasi perhitungan

- Pengujian Sistem

Menggunakan metode pengujian *black box*, dengan pengujian fungsional menggunakan data masukkan pada tampilan setiap halaman web.

- Implementasi

Berikut gambar 9 merupakan percobaan perhitungan menggunakan aplikasi pada halaman “Perhitungan *Link Power Budget*”.



Gambar 9. Perhitungan menggunakan aplikasi untuk ONT A01.01

E. Pembahasan

Kelayakan jaringan FTTH ditentukan pada perhitungan jarak terjauh antara OLT ke ONT, dengan mengacu pada nilai standar dari PT.Telkom. Pada penelitian ini jarak ONT terjauh dari OLT adalah ONT A01.16, cakupan ODP A01.

Hasil perhitungan total *loss* jarak terjauh pada jalur *uplink* dan *downlink* yang didapatkan berada dibawah 28 dB dan *power receive* di atas -28dBm, artinya memenuhi standar yang

telah di tetapkan. Berikut Tabel 5 merupakan hasil perhitungan ONT terjauh :

TABLE 5. HASIL PERHITUNGAN ONT.A01.16

ONT A01.16	Hasil Link Power Budget		Nilai Standar
	α_T Uplink	α_T Downlink	α_T
	21,58605 dB	21.1524 dB	< 28 dB
	Pr Uplink	Pr Downlink	Pr
-16,58605 dBm	-16.1524 dBm	> -28 dBm	
Hasil Rise Time Budget			Parameter Nilai Standar
t_f	t_{sis}		
0,08324492 ns	0,26346 ns	$t_{\text{sis}} < \frac{0,7}{BR}$	

Tujuan pembuatan aplikasi perhitungan adalah untuk lebih mempermudah perhitungan antar cakupan perangkat, dimana perhitungan tersebut langsung dari OLT ke ONT. Berikut tabel 6 yang merupakan perbandingannya :

TABLE 6. PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN

Hasil Perhitungan	Cakupan Perangkat OLT-ONT A01.01
Secara Manual	$\alpha_{OLT-ODC}$ ~ 1,575 + 0,5 + 0,2 + 0 = 2,275 dB
	$\alpha_{ODC-ODP}$ ~ 0,539 + 0,25 + 0,2 + 3,70 = 4,689 dB
	$\alpha_{ODP-ONT}$ ~ 0,02205 + 0,5 + 0 + 14,10 = 14,62205 dB
	$\alpha_T = 2,275 + 4,689 + 14,614 = 21,578 \text{ dB}$
Aplikasi	<p>TOTAL :</p> <p>= L x α + NC x α_c + NS x α_s + SP</p> <p>= (6,08dB x 0,35dB/km) + (5dB x 0,25dB) + (4dB x 0,1dB) + (17,8dB)</p> <p>= 2,128 + 1,25 + 0,4 + 17,8</p> <p>= 21,578 dB</p>

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah perancangan jaringan distribusi FTTH diperumahan Griya Dulomo Indah menggunakan konfigurasi star, dengan 1 unit OLT, 1 unit ODC, 23 unit ODP, *Splitter* 1:2 12 buah, 1:16 23 buah, kabel *feeder* 4,5 km, dan kabel distribusi 2,348 km, dan memiliki 368 *demand*; Berdasarkan hasil perhitungan *link power budget* menunjukkan semakin panjang jarak antar perangkat, maka semakin besar nilai redamannya. Didapatkan nilai 21,58605 dB untuk total *loss*, dan *power receive* yang di dapatkan sebesar -16,58605 dBm pada jalur *uplink*, kemudian untuk jalur *downlink* didapatkan total *loss* sebesar 21,158964 dB dan *power receive* sebesar -16,158964 dBm; Hasil perhitungan *rise time budget* didapatkan nilai tertinggi dari *rise time optik* sebesar 0,0829312 ns, dan nilai tertinggi dari *rise time sistem* sebesar 0,263396244 (0,27 ns). Nilai tersebut sesuai dengan nilai standar yaitu dibawah 0,56 ns untuk jalur *upstream*, dan 0,29 ns pada jalur *downstream*; Hasil perhitungan yang didapatkan secara manual maupun menggunakan aplikasi adalah sama persis, sehingga aplikasi layak untuk digunakan.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya terkait dengan perancangan jaringan FTTH yaitu harus mempertimbangkan jarak dan medan jalur di kawasan yang akan di rancang dan juga memperhatikan *splitter* yang akan digunakan, untuk meminimalisir percabangan pada kabel distribusi, sehingga tidak mempengaruhi nilai redaman. Diharapkan pada penelitian selanjutnya perancangan aplikasi perhitungan performansi jaringan dapat di kembangkan lagi.

REFERENSI

- [1] Ahmad Muharor, Bambang Panji Asmara, Zainudin Bonok.(2019). Analisis Pentransmisiian Fiber Optik Saluran Udara Pada Panjang Gelombang 1310 nm Dari *Optical Distribution Point* (ODP) – *Optical Network Termination* (ONT). *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering* (JJEED), 1(2), 18-21.
- [2] Abdussamad, S. (2020). Rancang Bangun Inverter Mini 1.5 Vdc to 220 Vac Untuk Lampu Darurat. *Jurnal Teknik*, 18(1), 7-16. <https://doi.org/10.37031/jt.v18i1.65>
- [3] A. W. A. Antu, S. Abdussamad, and I.Z. Nasibu, “Rancang Bangun Running Text pada Dot Matrix 16x160 Berbasis Arduino Uno Dengan Update Data System Menggunakan Perangkat Android Via Bluetooth,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no.1, pp.8-13, Jan. 2020
- [4] Barus Anesta, Hafidudin, & Damayanti Nopiani Tri. (2017). Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) menggunakan teknologi *Gigabit passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Cluster Courtyard Karawang. *e-Proceeding of Applied Science*, 3(1), 161-171.
- [5] Ningrat Widya, & Ratnadewi. (2016). Perancangan jaringan distribusi *Fiber To The Home* (FTTH) dikompleks Batununggal Indah Bandung. *Journal of Modern Electrical Engineering Techology and Its Application Seminar* (MEETAS), 69-78.
- [6] Prihastanto Kurnia Wahyu, Damayanti Nopiani Tri, & Uripno Bambang. (2018). Perancangan Migrasi MSAN Ke FTTH Di Perumahan Baturaden Dan Buana Citra Ciwastra. *e-Proceeding of Applied Science*. 4(2), 565-575.
- [7] Rahman Alamsyah Johan, Hafidudin, & Priatna Halidin. (2017). Perancangan Jaringan akses *Fiber To The Home* (FTTH) dengan Teknologi *Gigabit-Capable Passive Optical Network* (GPON) di Daerah Sarirasa 3 Kelurahan Ledeng Kecamatan Cicadap Sarijadi Bandung Dalam Proyek TITO di PT. Inti. *e-Proceeding of Applied Science*. 3(2), 1075-1093.
- [8] Safrianti Ery, Sari Oktaviana Linna, & Yuhana D.P.R. (2016). Desain Jaringan *BoarBand* FTTH Untuk Peningkatan Peformasi Jaringan Informasi dan Teknologi Di Univertas RIAU. *Seminar Nasional APTIKOM* (SEMNASITIKOM), 37-42.
- [9] Susilo Johan, Hafidufin, & Latif Yusuf M.a. (2018). Perancangan Jaringan FTTH di Desa Pedan Telkom Klaten Menggunakan Teknologi GPON untuk layanan *Triple Play*.*e-Proceeding of Applied Science*, 4(3),2700-2707.
- [10] Topani Ryan, Damayanti Nopiani Tri, & Hartaman Aris.(2017). Perancangan *Fiber To The Home* (FTTH) Di Perumahan Panorama Indah Purwakarta. *e-Proceeding of Applied Science*, 3(2), 1047-1057.
- [11] Yanuardin Indra Mohamad, Ryana, & Rosmiati Mia. (2016). Perancangan Jaringan FTTH (*Fiber To The Home*). *e-Proceeding of Applied Science*, 2(1), 325-330.
- [12] Yuwono Tito, & Hutami Amirah Farah. (2017). Perancangan FTTH Dengan Teknologi GPON Di Kecamatan Ngaglik. *Journal of Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa* (SENTRA), 1-7.